



Danielle Nieto Cunha Gondariz

**TÉCNICAS DE FIXAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS
EM FACHADAS - COMPARAÇÕES ENTRE PATOLOGIAS
E PROBLEMAS MAIS COMUNS**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro
2011



UFRJ

Danielle Nieto Cunha Gondariz

**TÉCNICAS DE FIXAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS
EM FACHADAS - COMPARAÇÕES ENTRE PATOLOGIAS
E PROBLEMAS MAIS COMUNS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientadora:

Helena Polivanov (D. Sc.)

Rio de Janeiro

Agosto / 2011

GONDARIZ, Danielle Nieto Cunha

Título: Técnicas de Fixação de Rochas Ornamentais em Fachadas – Comparações Entre Patologias e Problemas Mais Comuns / Danielle Nieto Cunha Gondariz - - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2011. 56 p.: il.; 30cm

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2011.

Orientador(a): Helena Polivanov

1. Geologia. 2. Setor da Graduação – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Polivanov, Helena. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia. III. Técnicas de Fixação de Rochas Ornamentais em Fachadas – Comparações Entre Patologias e Problemas Mais Comuns.

Danielle Nieto Cunha Gondariz

TÉCNICAS DE FIXAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS
EM FACHADAS – COMPARAÇÕES ENTRE PATOLOGIAS
E PROBLEMAS MAIS COMUNS

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Geologia do Instituto de
Geociências, Universidade Federal do Rio
de Janeiro – UFRJ, apresentado como
requisito necessário para obtenção do grau
de Bacharel em Geologia.

Orientadora:

Helena Polivanov (D. Sc.)

Aprovada em:

Por:

Orientadora: Helena Polivanov (UFRJ)

Emílio Velloso Barroso (UFRJ)

Rafael Sathler (CONVIDADO)

À Deus, por permitir que tivesse saúde para seguir adiante.

À minha amada família, por todo amor, apoio e educação que me foram oferecidos.

Aos meus queridos amigos, que riram e choraram comigo ao longo dessa caminhada.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, José e Rachel, por todo apoio e carinho que me dão todos os dias. Ao meu irmão, Leonardo, deixo registrada minha admiração como pessoa e profissional. À minha família, dedico meu amor e gratidão incondicionais.

Aos amigos que fiz aqui, e também aos que já faziam parte da minha vida: Paula Kepler, Luciana Pralon, Thayana Pavlosky, Alessandra Rosa, Raquel Fonseca, Clarissa Bomfim, Victor Valverde, Carla Ferro e Kelly Abreu.

Ao meu eterno mestre e amigo João Baptista Filho (*in memoriam*) por todo apoio e orientação recebidos ao longo de boa parte de minha vida acadêmica.

A todos os professores que contribuíram para minha formação como cidadã e profissional, deixo minha profunda gratidão. Parte do que sou hoje, devo muito a cada um deles.

Agradeço também a todos os funcionários da secretaria do curso, em especial ao Walgenor Reis, que nunca me negou auxílio nas horas em que mais precisei.

Muito obrigada a todos!

Resumo

GONDARIZ, Danielle Nieto Cunha. **Técnicas de Fixação de Rochas Ornamentais em Fachadas – Comparações Entre Patologias e Problemas Mais Comuns.** 2011. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Nos últimos anos, a utilização de rochas ornamentais em fachadas vem crescendo de maneira exponencial, conferindo elegância e imponência às construções. Contudo, a diversidade de texturas, composição mineralógica e cores das placas disponíveis no mercado também fez crescer a variedade de patologias e problemas decorrentes do mau assentamento e/ou manutenção destas peças. Por isso, o alto nível de exigência dos empresários da construção civil em relação à qualidade dos serviços gerou também uma revisão e posterior readaptação dos métodos de assentamento de rochas ornamentais em fachadas de edificações. Assim, novas técnicas surgiram para suprir e corrigir os problemas relacionados ao assentamento, e o que antes era unanimidade, hoje já é visto como obsoleto; um exemplo disto é o assentamento convencional (argamassa), que já vem dando espaço à técnica de fixação por *inserts*, visando à segurança e durabilidade do revestimento, bem como o conforto para quem usufrui de ambientes que possuam rochas como revestimento de suas fachadas. Sendo assim, é provável que em pouco tempo a metodologia de assentamento por argamassa seja abandonada por completo, e que os *inserts* metálicos sejam utilizados pelas novas construções quase que em sua totalidade.

Palavras-chave: rochas ornamentais; fachada; argamassa; *inserts* metálicos; patologias.

Abstract

GONDARIZ, Danielle Nieto Cunha. **Fixation Techniques in Ornamental Stone Façades - Comparisons between pathology and most common problems**. 2011. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

In recent years, the use of ornamental stones in house façades has been growing exponentially, giving elegance and grandeur to the constructions. However, the diversity of textures, mineralogical composition and color plates available on the market also increased the variety of diseases and problems due to poor settlement and / or maintenance of these parts. Therefore, the high demands of entrepreneurs in the construction industry in relation to the quality of services has also generated a review and subsequent readjustments of the methods of settlement of ornamental façades of buildings. Thus, new techniques have emerged to supplement and correct the problems related to the settlement, and what was once unanimously today is already seen as obsolete, an example is the conventional settlement (mortar), which is already giving way to the technique of inserts, aiming the security and durability, as well as the comfort for those who enjoy the environments that have rocks as a coating of their façades. Therefore, it is likely that in a short time mortar settlement will be abandoned completely, and that metal inserts will be used for new construction almost in its totality.

key-words: ornamental stones; façades; mortar; metalic inserts; pathologies.

Lista de Figuras

Figura 5.1: Método de fixação da tela ao suporte	28
Figura 5.2: Lançamento de argamassa fluida	29
Figura 5.3: Sequencia de camadas para o revestimento de rochas em fachadas...	30
Figura 5.4: Espaçador típico utilizado no assentamento de rochas ornamentais com argamassa adesiva	32
Figura 5.5: Sienogranito quanto à resistência de aderência à tração	33
Figura 5.6: Jazida Main Forest, Mato Grosso	34
Figura 5.7: Sistema de <i>inserts</i> metálicos utilizados na fixação de rochas em fachadas	36
Figura 6.1: Modificação na coloração da placa por alteração de minerais da rocha	41
Figura 6.2: Manchas castanhas ocasionadas pela presença de sulfetos	42
Figura 6.3: Ilustração de fachada encardida em prédio comercial	42
Figura 6.4: Amarelamento em placa causado por utilização de produto químico ...	43
Figura 6.5: Tonalidade de rocha distorcida devido a resíduo de selante	44
Figura 6.6: Mancha nas bordas da placa ocasionada por excesso de rejunte no acabamento da rocha	44
Figura 6.7: Manchas de umidade em placas	45
Figura 6.8: Descolamento de placa de rocha em fachada (detalhe)	46
Figura 6.9: Descolamento de detalhe em rocha na fachada de prédio público	47
Figura 6.10: Fachada em rocha constituída por minerais de alta solubilidade	48
Figura 6.11: Fachada em rocha com fissuras devido à variação térmica	49
Figura 6.12: Placa de rocha com superfície riscada	49
Figura 6.13: Manchas de umidade em fachada fixada com <i>insert</i> metálico	50

Figura 6.14: Manchas na placa ocasionadas pela oxidação dos <i>inserts</i> metálicos	51
Figura 6.15: Descolamento de placa ocasionado pelo sobreso da placa no sistema placa- <i>insert</i> -fachada	52

Lista de Abreviaturas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
NBR 6123	Norma Brasileira Regulamentadora (1988 – Força Devido aos Ventos)

Sumário

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Métodos de assentamento - aspectos gerais	17
2. HISTÓRICO	19
3. METODOLOGIA DO TRABALHO	22
4. OBJETIVOS	23
5. OS MÉTODOS DE ASSENTAMENTO DE ROCHAS EM FACHADAS	24
5.1 Considerações a respeito da elaboração do projeto	26
5.1.1 Peso próprio	26
5.1.2 Choques	26
5.1.3 Deformações térmicas	27
5.1.4 Efeitos da chuva e umidade	27
5.1.5 Ação do vento	27
5.1.6 Retração e/ou deformação da estrutura	28
5.2 Tipos de assentamento de rochas em fachadas	28
5.2.1 Assentamento com argamassas	28
5.2.1.1 Argamassa convencional	30
5.2.1.2 Argamassa adesiva	31
5.2.1.3 A4 porcelanato	32
5.2.1.4 Resíduo de rocha	34
5.2.2 Fachadas aeradas	35
5.2.2.1 <i>Inserts</i> metálicos	36
6. PATOLOGIAS COMUNS EM ROCHAS DE REVESTIMENTO	38
6.1 Características das rochas x fatores patológicos	39
6.2 Patologias características de assentamentos com argamassas	40
6.2.1 Modificação da coloração	41
6.2.2 Manchas de umidade	45
6.2.3 Descolamento de placas	45
6.2.4 Deterioração	47
6.3 Patologias características de assentamentos com <i>inserts</i> metálicos	50
7. CONCLUSÃO	53
BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1. INTRODUÇÃO

Rocha ornamental é definida como material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento ou afeiçãoamento (bruta, aparelhada, apicoada, esculpida ou polida) utilizado para exercer uma função estética (ABNT, no prelo).

Por definição, pode-se chamar de rocha para revestimento toda rocha natural que é submetida a processos diversos e a graus variados de desdobramento e beneficiamento, com a finalidade de servir para acabamento em diversos tipos de superfícies, entre eles pisos e fachadas. Portanto, a expressão “rocha para revestimento” pode ser considerada com um produto do desmonte de materiais rochosos em blocos e de seu subsequente desdobramento em chapas, posteriormente polidas e cortadas em placas.

Dependendo do tipo de rocha e de sua gênese, o padrão estético pode variar bastante. Cor, textura, estrutura e homogeneidade da rocha são determinados pelo modo de formação, composição mineral, padrões de orientação ou deformação impressos pela história geológica desta.

As rochas graníticas, pela sua enorme variedade de cores e padrões texturais e estruturais, são as mais utilizadas no revestimento de exteriores, seja em pisos ou fachadas. Os mármore, em geral importados, também são largamente utilizados no revestimento de interiores. Já as ardósias e quartzitos foliados, cuja superfície é bastante rugosa, são submetidos a processos de beneficiamento somente de esquadrejamento, e são utilizados predominantemente no revestimento de exteriores.

Devido à variação mineralógica e estrutural das diferentes rochas utilizadas como revestimento externo, é necessário que haja um conhecimento mínimo a respeito da caracterização química da rocha para que no futuro não ocorram problemas estéticos e danos texturais à mesma.

A durabilidade e enorme variedade de cores e padrões (texturais e estruturais) das rochas ornamentais de revestimento resultam na utilização destas em ambientes exteriores de edificações, seja em pisos ou fachadas. Entretanto, a ação dos agentes intempéricos muitas vezes provoca a deterioração da superfície exposta da rocha, resultando na modificação de seu aspecto estético e danificando a mesma, onde pode-se perceber a perda de brilho, alteração cromática, escamação, manchas, entre outros (Flain, 1995).

Segundo Flain (2001), as principais variáveis que controlam a natureza e a taxa dos vários processos de intemperismo têm sido, desde longo tempo, reconhecidas como sendo a composição e estrutura da rocha, o clima e o tempo de atuação do processo intempérico. O efeito dos vários agentes e processos intempéricos reagindo com as rochas é mostrado por mudanças mineralógicas, químicas e granulométricas.

A mão-de-obra utilizada na execução, os materiais empregados e o projeto, bem como a técnica de utilização empregada para o assentamento da rocha, têm suma importância no desempenho e durabilidade do revestimento.

Assim como a má escolha de uma rocha para um determinado tipo de ambiente pode ocasionar alguns problemas estéticos, ocorre também que o mau assentamento das placas pode acarretar no desprendimento destas e também em patologias associadas ao intemperismo (devido à percolação de água entre a placa e a fachada, por exemplo). Para minimizar estes efeitos e até mesmo o desperdício,

é necessário o treinamento de equipes a partir de uma definição clara dos procedimentos de execução do assentamento das placas de rocha, considerando-se os processos ainda hoje utilizados.

1.1 Métodos de Assentamento - Aspectos Gerais

Ao longo dos anos, as técnicas para assentamento de rochas ornamentais vêm se aprimorando para que haja uma maior durabilidade do revestimento, visando uma vida útil mais longa às rochas ornamentais.

Existem, basicamente, dois tipos de assentamento de rochas ornamentais: o clássico, que utiliza argamassa para a fixação da rocha, e o aerado, que dispõe de técnicas que utilizam *inserts* metálicos para o assentamento da placa.

Neste trabalho serão abordados os seguintes métodos de assentamento de rochas ornamentais em fachadas:

1.1.1 DA FORMA CLÁSSICA:

1.1.1.1 Argamassa convencional

1.1.1.2 Argamassa adesiva

1.1.1.3 A4 porcelanato

1.1.1.4 Resíduo de rocha

1.1.2 DA FORMA AERADA:

1.1.2.1 *Inserts* metálicos

No presente trabalho, para efeito de comparação entre técnicas *versus* patologias, somente serão descritos os processos de assentamento por argamassa comum e com *inserts* metálicos, a fim de destacar apenas os prós e contras de cada

metodologia de assentamento, já que as variações nos tipos não interferem diretamente na durabilidade do revestimento.

2. HISTÓRICO

A rocha, em geral, é um recurso natural da maior importância e de grande valor para a evolução humana. O uso da rocha nasceu com o próprio homem, e em todas as fases da história das civilizações a utilização da rocha vem se constituindo num modelo, caracterizando as estradas, templos, castelos e cidades, e muitas vezes servindo como forma de personificação da imponência do homem (Mendes & Vidal, 2000).

Desde a época do Império Romano, o ser humano utiliza calcários e mármore como materiais de construção. Na época da colonização portuguesa, as rochas talhadas, ou seja, não polidas, eram utilizadas no Brasil até mesmo com função estrutural, pois era comum o seu uso em colunas de prédios, bem como em molduras de janelas e escadas externas.

Ainda no período colonial, a importação de rochas polidas proporcionou uma larga utilização, principalmente do mármore, que logo após a independência do Brasil se firmou como a mais utilizada em acabamentos internos, tais como pisos, escadas e pias.

Em 1908 iniciou-se a produção nacional de mármore em Minas Gerais, em Mar de Espanha, localizado ao sul do estado. Trinta anos depois, a produção no município conseguiu suprir mais da metade do consumo nacional. Até a primeira metade do Século XX, os mármore foram as rochas mais utilizados na decoração e ornamentação de fachadas.

Efetivamente a segunda metade do século XX pode ser considerada como a nova idade da pedra, constituindo o período de sua maior utilização e também marcando uma melhoria nos métodos de extração e beneficiamento. Em 1950, junto com a importação da tecnologia de corte de rochas por meio de serras diamantadas motorizadas, usadas em escala industrial, a atenção no setor voltou-se para as

rochas graníticas, iniciando então o uso desta como rocha ornamental, utilizada até hoje.

Atualmente, o mercado oferta uma ampla variedade de materiais pétreos, que devido à sua versatilidade em diferentes situações, não oferece limites à criatividade dos projetistas, permitindo a aplicação de materiais em diferentes formas e tamanhos. Constituindo os revestimentos verticais (paredes e fachadas) e horizontais (pisos) de exteriores e de interiores de edificações, respondem pela proteção das estruturas e dos substratos contra o intemperismo e agentes degradadores, domésticos e industriais, além de exercerem funções estéticas.

Considerando-se que o setor de rochas ornamentais está há muito tempo instalado no país, e também que estas têm muita importância para a construção civil, pode-se avaliar que ainda existe uma subutilização de rochas ornamentais como revestimento, tendo em vista que as cerâmicas ainda hoje são mais apreciadas. Para contornar tal problema, uma solução seria um maior investimento em estudos e pesquisas no setor, com suporte técnico-científico de universidades e institutos de pesquisas reconhecidos no país. Além disso, empresas e profissionais capacitados no setor poderiam contribuir para a divulgação e utilização deste material como revestimento (Flain, 2001).

Os diversos tipos de processos de assentamento de rochas utilizados atualmente apresentam vantagens e desvantagens, como poderemos ver ao longo deste trabalho. No caso das argamassas, a ação intempérica associada à dificuldade de “respiração” da peça ocasionam as mais variadas patologias, sendo a maioria associada ao acúmulo de água nos poros da rocha. Já a metodologia que utiliza *inserts* metálicos não oferece problema decorrente de acúmulo de água nas placas, pois a fachada fica “ventilada” e permite o escoamento da água das peças. Contudo, esta técnica exige uma manutenção periódica das peças metálicas, os

chamados *inserts*, para que não ocorram problemas no desempenho do revestimento pétreo.

3. METODOLOGIA DO TRABALHO

Neste trabalho, a descrição das técnicas de assentamento de rochas ornamentais em fachadas fora baseada em revisões bibliográficas sobre revestimentos pétreos externos e normas, encontrados em sites com especificações técnicas e outras fontes de pesquisa. Para as ilustrações aqui contidas, foi feito um *tour* pela cidade do Rio de Janeiro entre os meses de abril e maio de 2011.

O registro fotográfico fora feito no centro e na zona norte da cidade, em fachadas de edificações residenciais, comerciais e públicas, tendo em vista ilustrar os problemas mais comuns em rochas de revestimento externo, como os citados neste trabalho. Foram descritas as patologias adquiridas através da má aplicabilidade, falta de manutenção ou assentamento incorreto destas rochas.

Neste estudo, pode-se notar que o intemperismo é um dos agentes mais relevantes no processo de deterioração das rochas, ocasionando, na maioria das vezes, as patologias mais comuns nas placas que revestem fachadas de edificações.

4. OBJETIVOS

O presente trabalho tem com objetivo descrever as técnicas de fixação de rochas ornamentais de revestimento em fachadas, com foco nas patologias decorrentes dos erros no assentamento e manutenção das mesmas, tendo em vista que o assunto é de extremo interesse para o setor da construção civil em geral.

5. OS MÉTODOS DE ASSENTAMENTO DE ROCHAS EM FACHADAS

A escolha do melhor tipo de revestimento geralmente parte do uso que se pretende dar - pisos, paredes, escadas, fachadas - e do resultado estético almejado, ou seja, coloração, quantidade e distribuição de veios etc. Atualmente, a tendência aponta para rochas sem movimentos de veios, uma vez que as rochas movimentadas exigem uma perfeita colocação para surtirem o resultado visual desejado.

Porém, tão ou mais importante que atender às exigências estéticas do especificador é a existência de propriedades físicas e mecânicas adequadas para aquele tipo de aplicação. Rochas como ardósia e miracema apresentam bom desempenho para pisos, mas não devem ser empregadas em fachadas.

Nesses casos, as opções se restringem a granitos, em primeiro lugar, e a rochas calcárias como mármore e limestones. Se a intenção é revestir um edifício com rochas ornamentais, algumas características são imprescindíveis, como elevada resistência à flexão (sobretudo quando se tratar de revestimento de edifícios altos) e a baixa absorção d'água. Além disso, a densidade e porosidade da rocha também precisam ser consideradas.

As características mecânicas da rocha determinam o ambiente mais adequado para seu assentamento, sendo necessário para tal a realização de ensaios laboratoriais. Segundo Frascá (2001), a resistência de um granito típico fica em torno de 8,27 MPa. Para mármore, esse número cai para 7,0 MPa. Ainda segundo a autora, pode-se trabalhar com resistências superiores e inferiores a esses valores, mas isso acarretará em alterações na paginação e na espessura das placas, e conseqüentemente influenciará no custo final da obra.

Analogamente, avaliar a alteração da rocha sob determinada exposição através de ensaios é de suma importância, tendo em vista que agentes agressivos podem provocar corrosão do material e fazer com que a rocha perca seu brilho. O grau de agressividade do ambiente, deposição de fuligem e exposição à chuva ácida são aspectos que também devem ser avaliados. Tendo em vista tais observações, somente após conhecer a rocha é que será possível definir o tamanho e a espessura das peças, bem como os tipos de acabamento e o método de assentamento.

Durante muitos anos, a indústria da construção civil contou apenas com o método de fixação por argamassa, o que acarretou em uma série de novas tecnologias (colantes, aditivos etc) que amenizassem os problemas que esta técnica, ainda tão usual, causa nos revestimentos pétreos de fachadas prediais. Segundo Flain (2001), com a fixação através do método convencional, a absorção das deformações passa a ser da própria argamassa, dos componentes e das juntas entre eles.

Já a fixação com *inserts* metálicos surgiu no Brasil há cerca de 15 anos, pela necessidade de melhoria nas condições de segurança, agilidade na fixação das placas, qualidade no assentamento das peças e maior conforto térmico. Neste tipo de fixação, a absorção das deformações é função dos detalhes construtivos existentes naqueles componentes, de forma a permitir a movimentação das placas e das juntas, sem que isso altere a qualidade do revestimento. Por isso, devido a essas características, é muito provável que o sistema de fixação por *inserts* metálicos substitua por definitivo o método tradicional de assentamento de rochas em fachadas através de argamassa.

5.1 Considerações a Respeito da Elaboração do Projeto

No Brasil, o estudo das características pétreas, seu assentamento e manutenção para revestimento em construção civil ainda está em estágio inicial. Geralmente o revestimento não é uma etapa devidamente planejada, projetada e especificada, sendo deixada em segundo plano. Porém, é importante enfatizar que além de um projeto bem elaborado, torna-se imprescindível o acompanhamento da execução dos serviços por parte dos projetistas, e o treinamento da mão-de-obra para a obtenção de um produto final com qualidade e menor custo (Flain, 1995).

As placas de rocha, bem como os seus componentes de fixação, devem obedecer a projetos rígidos que devem atentar para os seguintes parâmetros:

5.1.1 PESO PRÓPRIO

Independente do tipo de assentamento das placas, o peso próprio desta é relevante pois definirá as cargas verticais que atuarão nos componentes metálicos de fixação (fixação com *inserts*) e, conseqüentemente, afetará o seu dimensionamento; ou irá controlar a espessura da camada de fixação (assentamento com argamassa), caso seja necessário uma maior aderência para suportar o peso próprio da placa por unidade de área.

5.1.2 CHOQUES

Quanto mais baixa for a altura em que a placa estiver assentada, maior a probabilidade desta sofrer pequenos choques acidentais. Já aquelas que estiverem em locais mais elevados correm o risco de sofrerem choques enquanto o assentamento estiver sendo executado.

5.1.3 DEFORMAÇÕES TÉRMICAS

Devido à dilatação térmica, em fachadas deve-se considerar a diferença de temperatura que poderá ocorrer entre a superfície do revestimento (levando em consideração a sua cor) e a camada de fixação.

5.1.4 EFEITOS DA CHUVA E UMIDADE

Dependendo do tipo de revestimento, algumas rochas podem ser muito ou pouco porosas, absorvendo muito pouca água ou até 20% de sua massa.

A umidade residual no interior das vedações verticais evapora normalmente e de forma contínua para o exterior. Tal fato, associado também à ocupação das edificações e ao aquecimento dos locais, gera grande quantidade de vapor d'água que pode migrar parcialmente para o exterior, mas que ainda assim pode penetrar através das vedações verticais exteriores por capilaridade. Neste caso, quando o revestimento apresentar-se aderido ao substrato, pode provocar o aparecimento de eflorescência.

Aberturas na camada de revestimento em locais onde não ocorra a penetração de água de quaisquer espécies, permitindo a evaporação da água que eventualmente tenha penetrado entre o suporte e a camada de revestimento, podem ajudar a evitar o problema.

5.1.5 AÇÃO DO VENTO

Os esforços devido ao vento devem ser calculados de acordo com a NBR 6123.

5.1.6 RETRAÇÃO E/OU DEFORMAÇÃO DA ESTRUTURA

As deformações causadas pela retração da estrutura e da alvenaria, bem como a deformação lenta do concreto, são passíveis de ocorrerem após a execução do revestimento. Para evitar patologias posteriores, recomenda-se que se aguarde o maior intervalo de tempo possível entre a execução do suporte e as camadas subseqüentes, de maneira que as deformações iniciais dos mesmos não venham a interferir no revestimento.

5.2 Tipos de Assentamento de Rochas em Fachadas

5.2.1 ASSENTAMENTO COM ARGAMASSAS

Segundo Flain (1995), o sistema de fixação com argamassa também é chamado de “sistema de fixação por colagem”. Neste procedimento, independente do tipo de argamassa utilizada, pode-se observar basicamente que este método constitui-se basicamente do suporte, de uma tela previamente fixada a este (figura 5.1), da camada de fixação e da camada de acabamento (placas de rocha e juntas).

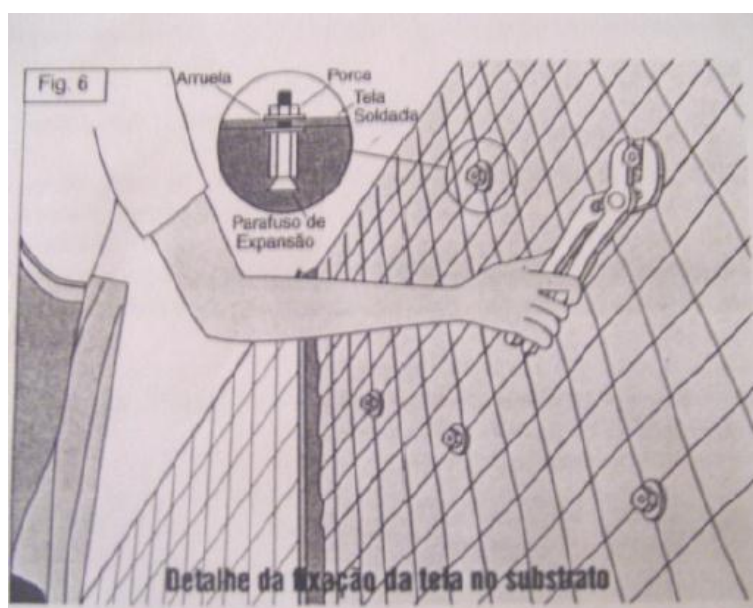


Figura 5.1 – Ilustração do método de fixação da tela ao suporte (fonte: Júnior, C.A. M. O.; São Paulo, 2005)

Na fixação de rochas de revestimento em fachadas, a função deste suporte é sustentar as camadas subsequentes. Já a tela proporciona maior aderência entre a camada de fixação e o suporte, além de ser útil na ancoragem das placas de rocha que posteriormente serão amarradas à mesma. A camada de fixação, por sua vez, é responsável pela ligação da camada de acabamento ao suporte, proporcionando a aderência do conjunto (figura 5.2). A última camada é a de acabamento, que constitui o próprio revestimento pétreo.

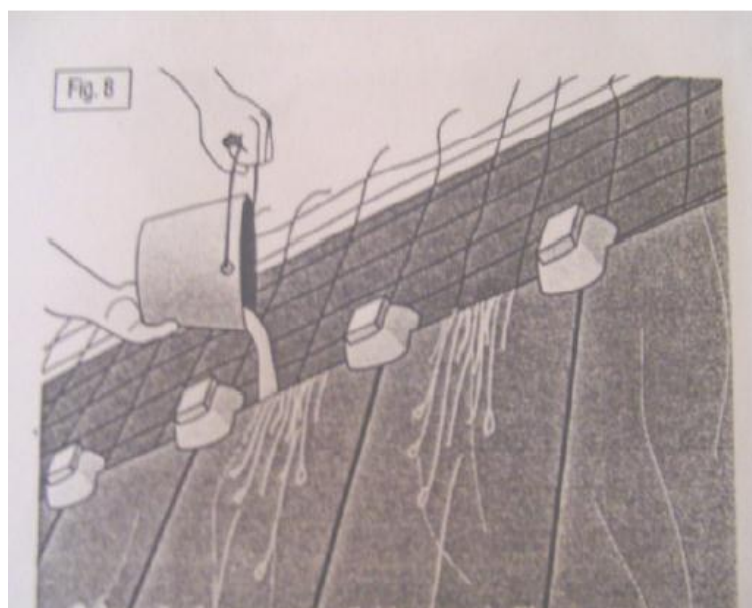


Figura 5.2 – Ilustração do lançamento de argamassa fluida (fonte: Júnior, C.A. M. O.; São Paulo, 2005)

Antes da aplicação da camada de fixação, o suporte deve ser aspergido com água para que não absorva a água da mistura da própria argamassa quando no assentamento.

No que diz respeito à placa pétrea, a porosidade e a existência de fraturas está intimamente relacionada com a aptidão da mesma em se ligar à argamassa e, conseqüentemente, ao substrato. Os componentes precipitados intracapilares, como os hidróxidos e os silicatos, exercem na rocha uma ação de ancoragem e

fornecendo então a aderência ideal. Logo, em termos de aderência, quanto mais porosa for a rocha, melhor.

5.2.1.1 ARGAMASSA CONVENCIONAL

Também conhecido como “método tradicional de assentamento de revestimentos” (Flain, 1995), este tipo de fixação de rochas ornamentais em fachadas consiste no assentamento dos componentes pétreos empregando-se argamassa convencional. Esta metodologia de assentamento de rochas ainda hoje é muito utilizada no Brasil, devido ao fato de existirem regiões muito afastadas dos grandes centros urbanos e que encontram dificuldade na obtenção de novos materiais e mão-de-obra especializada.

Segundo Carvalho Jr (2000), as camadas de revestimento pétreo em fachadas se resumem como na figura 5.3.

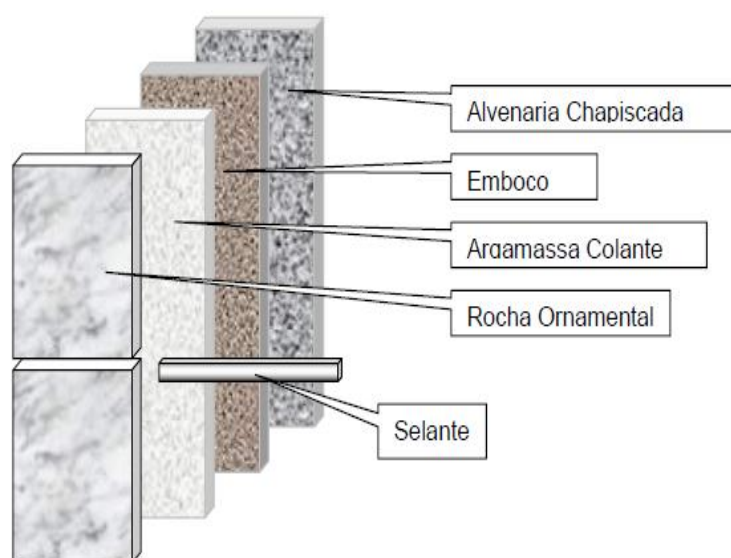


Figura 5.3 – Figura esquemática da sequência de camadas para o revestimento de rochas em fachadas.
(fonte: Gondariz, D. N. C., maio/2011).

O revestimento assentado com argamassa convencional requer intensiva utilização de mão-de-obra e baixa mecanização, sendo, portanto, considerado como um método onde há muito desperdício. Porém, segundo Flain (1995), a utilização de argamassa convencional no assentamento de rochas em fachadas é um processo racionalizado por significar um avanço na tecnologia de produção dos revestimentos. Esta idéia fundamenta-se, principalmente, no fato do processo dissociar os serviços de produção, ou seja, separar a execução da camada de regularização da de fixação. Desta forma, pode-se considerar como sendo um processo racionalizado o assentamento de placas de rocha com argamassas colantes ou colas.

5.2.1.2 ARGAMASSA ADESIVA

As argamassas industrializadas apresentam dosagem e composição especificadas pelo fabricante, necessitando apenas da adição de água e de cuidados em relação ao espaçamento entre as placas (figura 5.4). Porém, é recomendável que se faça uma avaliação antes da utilização da argamassa, pois os fabricantes comumente têm interesse em atender a uma gama de empregabilidade do produto e acabam não levando em conta as necessidades reais dentro do canteiro de obras (Grillo, 2010).



Figura 5.4 – Espaçador típico utilizado no assentamento de rochas ornamentais com argamassa adesiva.
(fonte: Gondariz, D. N. C., fevereiro/2011)

A perfeita aderência do revestimento depende das propriedades da argamassa no estado fresco, dos procedimentos de execução do revestimento, da natureza e características da base e da sua limpeza superficial.

5.2.1.3 A4 PORCELANATO

Este tipo de argamassa foi desenvolvida por Almeida (2005), que através de sua aplicabilidade comprovou a melhora na aderência através da rugosidade da superfície em relação às argamassas do mercado. Esta argamassa apresenta este nome devido à semelhança entre os granitos e porcelanatos, já que ambos apresentam porosidade baixíssima (<3%) (Nogami, 2007).

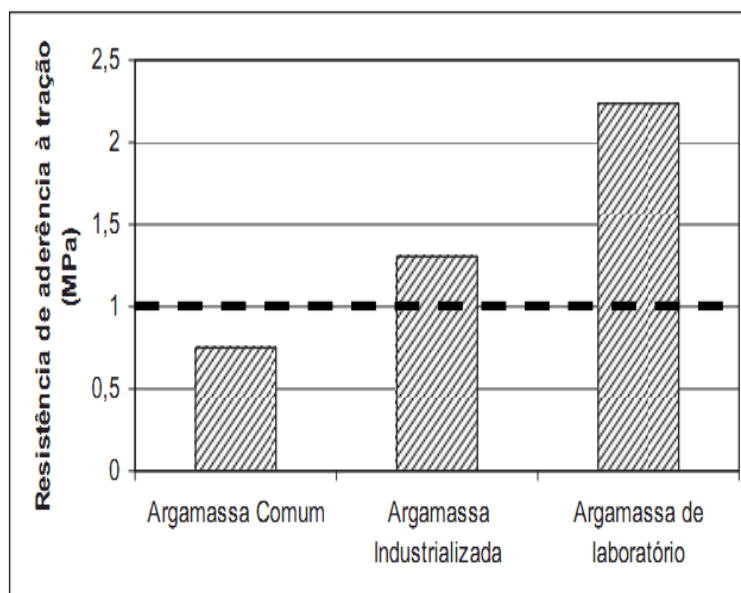


Figura 5.5 – Exemplo gráfico de um sienogranito quanto à resistência de aderência à tração, a partir de ensaios realizados em argamassas utilizadas na fixação de rochas em fachadas (fonte: *Estudo da Aderência de Alguns Granitos Com Argamassa Colante*, Nogami, 2007)

Nogami (2007) estudou a comparação entre as argamassas A4 porcelanato e industrializada, e comprovou que para todos os tipos de rochas graníticas testadas, a primeira apresentou aderência superior à segunda (figura 5.5). Isto ocorre devido à presença de sílica na composição da A4 porcelanato, gerando então uma relação química entre a rocha e a camada de fixação. Ambas apresentam resistência superior a 1MPa (acima da norma), mas a argamassa A4 porcelanato apresentou aderência aproximadamente duas vezes superior à argamassa industrializada. Ainda neste estudo, o autor encontrou resultados abaixo da norma em ensaios realizados com argamassa comum.

5.2.1.4 RESÍDUO DE ROCHA

Trabalhos reportados na literatura demonstram o potencial da utilização dos resíduos das rochas ornamentais oriundos de pedreiras (figura 5.6), em especial do mármore e do granito, no desenvolvimento de diversos produtos úteis para a construção civil.

A reutilização do resíduo para a utilização de argamassas foi estudada por Carvalho *et al.* (2003) a partir dos resíduos das rochas Miracema e Madeira extraídas na cidade de Santo Antônio de Pádua (RJ). Segundo o autor, os resíduos são ricos em minerais como biotita, quartzo, microclina, anortita e albita, conferindo à rocha elevado teor de homogeneização na mistura da argamassa.

Existem ainda estudos que incluem o calcário sedimentar laminado da Pedra do Cariri cearense na fabricação de argamassas a partir do rejeito de corte de placas (Silva *et al.*, 2007), e conclui-se que é possível aproveitá-lo na indústria e ainda reduzir os danos ambientais decorrentes da extração do Cariri.



Figura 5.6 – Foto ilustrativa da Jazida Main Forest, Mato Grosso (fonte: III Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais, 2007 – Publicação Cetem)

5.2.2 FACHADAS AERADAS

Segundo Foster (1973) e Sabbatini (1989), os chamados “processos racionalizados” são classificados como técnicas organizacionais utilizadas nas indústrias manufatureiras e empregadas na construção civil, sem que disto resultem mudanças radicais nos métodos de produção. Segundo Taralli (1984) e Sabbatini (1989), tais técnicas incorporam princípios de planejamento e controle com o objetivo de eliminar desperdícios de mão-de-obra e materiais, aumentar a produtividade, planejar o fluxo de produção, bem como centralizar e programar as decisões. Acredita-se que pode-se obter através da racionalização dos processos construtivos e da adoção de inovações tecnológicas, associadas a consolidação nos canteiros de obras, uma maior qualidade, desempenho e produtividade, e menores desperdícios de materiais e mão-de-obra.

Tomando-se o conceito formulado pelos autores citados, pode-se considerar o assentamento das placas de rocha, através de componentes metálicos, como sendo também um processo racionalizado. Pois, quando da utilização de componentes metálicos, a fixação dos mesmos dá-se no momento do assentamento das placas, sendo que a camada de regularização, quando existente, foi previamente executada. Também pode ser considerado racionalizado pelo fato da utilização de componentes metálicos, fabricados fora do canteiro de obra e previamente definidos em projeto, poderem aumentar o nível de organização do processo.

5.2.2.1 INSERTS METÁLICOS

Os *inserts* (figura 5.7) são componentes metálicos que se fixam na rocha através de um prolongador existente em sua extremidade, sendo este conjunto ancorado na estrutura da edificação, que pode ser de concreto ou metálica (Grillo, 2010). Utilizado no Brasil a partir da década de 1980, esse tipo de solução imprime maior velocidade de execução, sobretudo quando feita em escala. Segundo Flain (1995), existem dois tipos de *inserts*: um americano, feito em chapa ou perfil, e um alemão, feito sob a forma de pino. Este último é o mais utilizado no Brasil.



Figura 5.7 – Imagem ilustrativa do sistema de *inserts* metálicos utilizados na fixação de rochas em fachadas (fonte: *Recomendações para Projetos e Execução de Revestimentos de Fachadas com Placas Pétreas*, Junior C.A., São Paulo, 2005)

A fixação das rochas em fachadas com *inserts* surgiu da necessidade de melhoria nas condições de segurança, qualidade no assentamento das peças, bem como maior conforto e rapidez na execução da obra. Além disso, podemos destacar também a dispensa no uso de salpique (sendo a prumada corrigida com a regulagem dos *inserts*), evitando-se assim manchas nas placas ocasionadas pela cal e pela umidade, tão comuns no assentamento com argamassa. Dentre outras vantagens, podemos citar a maior fixação e aderência da placa à estrutura do

prédio, o uso de juntas bitoladas e a dispensa na colocação de escoramento nas placas no assentamento, dispensando assim a mão-de-obra do carpinteiro.

O sistema é composto por elementos metálicos ancorados na estrutura do edifício, dimensionados em função das cargas atuantes no revestimento, inclusive o peso da placa. É formado, então, um colchão de ar que separa revestimento e estrutura, auxiliando o isolamento termo-acústico e melhorando o conforto interno. O vão garante, ainda, a secagem rápida da placa em caso de chuva e permite que tensões provenientes da dilatação térmica sejam absorvidas, já que as placas trabalham de forma independente.

Podemos citar duas metodologias mais comuns utilizadas na fixação das placas com *inserts* metálicos: a americana e a europeia. O sistema americano consiste na confecção de painéis onde as placas são fixadas individualmente, e posteriormente estes são aplicados à estrutura do prédio. Já o sistema europeu adota a fixação individual de cada placa diretamente à estrutura da edificação.

Embora seja um dos métodos mais modernos para o assentamento de rochas ornamentais em fachadas, a utilização de *inserts* requer especialização de mão-de-obra e um projeto muito bem definido, pois a qualidade das peças pétreas deve ser incontestável, atentando para fissuras, trincas e imperfeições que possam danificar o seu desempenho.

6. PATOLOGIAS COMUNS EM ROCHAS DE REVESTIMENTO

Segundo Silva, intemperismo pode ser classificado como o processo de alteração que ocorre naturalmente, estando diretamente relacionado com a litologia, mineralogia e fatores ambientais. Deterioração pode ser compreendida como os danos resultantes de fatores naturais e antrópicos, com consequente desgaste do material (Baer & Snethlage, 1996). Já a modificação do material, sugerindo degeneração de características segundo uma ótica de conservação, é chamada de degradação.

Patologia é a degradação da estrutura química ou física da rocha, por ação de fatores externos a esta (sejam estes fatores naturais ou não), e que obedece à estrutura mineralógica, textural e estrutural da mesma. Os principais agentes naturais degradadores são a presença de água, variações de temperatura e ação de sais hidrossolúveis.

Uma vez instalada a patologia, não se dispõe, ainda, de técnicas eficientes para a restauração e/ou recuperação do material rochoso. Por isso, tem-se buscado a prevenção das deteriorações por meio do desenvolvimento de ensaios de alteração acelerada ou pelo melhor conhecimento de suas características.

As patologias são provocadas por agentes físicos, químicos e biológicos, atuando sozinhos ou simultaneamente. Em geral, estão associadas a diversos fatores, tais como: especificação de materiais incompatíveis com as condições de utilização - por desconhecimento das características e propriedades das rochas, emprego de técnicas de assentamento inadequadas, ausência de um projeto construtivo e falta de controle de qualidade nas etapas e produção.

O tipo de patologia está intimamente relacionado à natureza do revestimento. Rochas que apresentam alto grau de absorção de água, avançado grau de

alteração mineralógica e presença de minerais deletérios são muitos mais susceptíveis à patologias. Rochas como mármore e calcários são facilmente atacados por ácido e tem baixa resistência abrasão, enquanto que arenitos, por serem muito porosos, sofrem efeitos de tração intraporosa devido aos sais cristalizados, principalmente os de granulação fina, homogêneos e sem estruturas planares. Já os granitos são as rochas mais resistentes, seja a agressões físicas ou químicas.

As alterações mais comuns nos revestimentos pétreos são: modificações na coloração original, machamentos, eflorescências, fissuramentos, bolor, perda de resistência mecânica, desgaste, descolamento, perda de brilho etc.

6.1 Características das Rochas X Fatores Patológicos

Segundo Grillo (2010), as alterações mais relevantes ocorrem pelo ataque físico-químico dos minerais existentes na composição da rocha, podendo-se destacar os seguintes fatores:

- Os álcalis, na forma de soda cáustica, atacam os minerais silicatados nos granitos e granitóides em geral; já a calcita e a dolomita, principais constituintes dos mármore, são suscetíveis a todas as formulações aciduladas;
- O oligoclásio e a nefelina são sensíveis ao ácido clorídrico;
- Os minerais máficos são mais oxidáveis que os félsicos. O hyperstênio, máfico constituinte dos granitos verdes, degrada-se por insolação e altera o padrão cromático da rocha; a biotita, em condições de umidade, sem lixiviação, a pode se hidratar e/ou se alterar em argilominerais

expansivos (esmectitas), o que possibilita seu destacamento da rocha e a formação de cavidades na face polida.

- Os sulfetos, minerais acessórios presentes tanto em mármore quanto em granitos, são um dos principais problemas das rochas de revestimento.
- Rochas de cor branca, em geral provenientes de cinturões metamórficos de alto grau, podem exibir modificação de cor – amarelo-alaranjado (semelhante à da ferrugem) – por provável oxidação do elemento ferro disposto no retículo cristalino dos minerais da rocha.
- O arranjo textural, favorecido pelos graus de microfissuramento e de alteração intempérica da rocha, aparentemente são condicionantes nos processos de subflorescência.
- Nos processos de subflorescência pode ocorrer a escamação da face polida da rocha, pelo destacamento de minúsculos fragmentos de rocha, provocado pela pressão de cristalização de sais (principalmente sulfatos e carbonatos de cálcio, potássio e sódio), geralmente em microfissuras subparalelas à face polida.

6.2 Patologias Características de Assentamentos com Argamassas

A maioria das patologias desenvolvidas em rochas assentadas com argamassas é oriunda da percolação de água entre as placas de rochas e da dificuldade de escoamento desta água. Esta falta de “ventilação” na superfície da rocha pode acarretar acúmulo de água na sua estrutura, ocasionando reações químicas com os minerais constituintes da mesma. Um assentamento feito de forma

inadequada, que não vise um espaçamento mínimo entre placas, bem como a falta de conhecimento técnico das rochas, também podem ocasionar patologias de diversos tipos. Dentre as mais comuns, descam-se as citadas a seguir:

6.2.1 MODIFICAÇÃO DA COLORAÇÃO

Há várias razões que explicam a mudança na coloração original de uma placa rochosa. Dentre elas, temos:

- Presença de minerais que, quando alterados, modificam sua coloração original e alteram a paginação de cor na fachada (figura 6.1);



Figura 6.1 – Ilustração da mudança de tonalidade na placa por alteração de minerais máficos existentes na rocha (*referência: Rua do Rosário, 111*)

- Existência de sulfetos, que quando oxidados podem ocasionar manchas castanhas na superfície pétrea (figura 6.2);



Figura 6.2 – Foto ilustrando modificação na coloração original da placa de rocha, possivelmente ocasionado pela presença de sulfetos (*referência: Rua Buenos Aires, 47*)

- Deposição de sujeira e encardidos, que mancham a superfície da rocha (figura 6.3);



Figura 6.3 – Ilustração de uma fachada comercial em mármore onde há grande deposição de sujeira na placa (no detalhe), dando um aspecto manchado à mesma (*referência: Rua Sete de Setembro, esquina com Rua do Ouvidor*)

- Amarelamento oriundo de ceras ou de outros produtos utilizados para impermeabilização da peça (figura 6.4);



Figura 6.4 – Amarelamento da placa (lado esquerdo da foto), provavelmente ocasionado por algum produto químico utilizado para apagar pichações. (fonte: *Revista Técnica*, junho de 2011)

- A utilização de resinas para reconstituir quebras na superfície da placa pode, com o tempo, acarretar numa diferença de tonalidade na rocha, pois o produto não tem a mesma química, natureza e textura da rocha, e por ressecamento, perde sua transparência e já não adere mais à rocha com perfeição, ficando sobressalente sobre a superfície da placa (figura 6.5);



Figura 6.5 – Resíduo de algum material utilizado para “disfarçar” a quebra na superfície da rocha, mas que com o tempo acabou destoando da tonalidade da mesma (*referência: Rua do Ouvidor, 98*)

- O excesso cometido na utilização de selantes e/ou rejantes aliados à falta de limpeza posterior podem manchar a superfície da peça ao redor das juntas (figura 6.6);



Figura 6.6 – Pode-se observar nesta foto o excesso de material de rejuntamento nas bordas das placas, ocasionando mudança na coloração das mesmas (*referência: Rua do Rosário, 116*)

6.2.2 MANCHAS DE UMIDADE

O surgimento de manchas de umidade está relacionado à:

- Elevada porosidade e permeabilidade da rocha utilizada;
- Percolação de água da chuva, que circula entre os vãos e juntas das rochas: a não utilização de selante ou o excesso de descontinuidades no rejuntamento entre as peças propiciam a percolação de água da chuva e acarretam em manchas de umidade (figura 6.7).



Figura 6.7 – Manchas sutis de umidade (nos detalhes), provavelmente ocasionadas pela percolação de água entre as juntas das placas (*referência: Câmara dos Vereadores do Município do Rio de Janeiro*)

6.2.3 DESCOLAMENTO DE PLACAS

No processo convencional de assentamento de placas é comum que ocorra o descolamento das placas de rocha pelos fatores:

- Excesso de água das argamassas, que por exsudação penetra nos poros da rocha de baixo para cima;

- Impurezas de ferro no cimento e na superfície da areia, transportadas durante a evaporação da água da argamassa, penetrando nos poros e fissuras da rocha, e causando manchas amareladas, castanho-avermelhadas ou castanhas;
- Carreação de sais solúveis em carbonatos para a superfície da placa sob a forma de manchas brancas (eflorescência) extraídos, ou por cimento de qualidade inferior, ou ainda proveniente de cal indevidamente utilizado no preparo da argamassa.

A seguir pode-se observar alguns exemplos de descolamento de placas, nas figuras 6.8 e 6.9.



Figura 6.8 – Descolamento de placa (no detalhe maior) em fachada de prédio público no centro da cidade (referência: *Rua Buenos Aires, 23*)



Figura 6.9 – Detalhe em fachada onde pedaço de placa sofreu descolamento (referência: Rua Primeiro de Março, 43)

6.2.4 DETERIORAÇÃO

Quando grande parte de um revestimento pétreo apresenta patologias variadas, diz-se que o mesmo encontra-se deteriorado. Tal deterioração é condicionada por:

- Características físico-mecânicas das rochas: as rochas carbonáticas, por sua solubilidade em ácidos artificiais e naturais sofrem, com o tempo, degradação estética e funcional, seja em ambientes poluídos, muito úmidos ou à beira mar (figura 6.10);
- Excesso de minerais de fácil decomposição;
- Por desconhecimento das características físicas da rocha, pode-se cometer o descuido de utilizar placas já em estágio avançado de deterioração como, por exemplo, os granitos amarelos, que apresentam elevada porosidade e restrições quanto ao uso;

- Em um ambiente com elevado coeficiente de dilatação térmica, onde ocorram variações bruscas de temperaturas, associado a juntas de tamanhos insuficientes entre as placas, a rocha pode sofrer fadiga textural e/ou estrutural devido à sua expansão e contração, e com isso podem ocorrer fraturas e trincamentos na peça (figura 6.11);
- Dependendo do tráfego de veículos e transeuntes no local, a rocha poderá sofrer arranhões e/ou riscos profundos que, a longo prazo, podem ocasionar deterioração do material na área afetada (figura 6.12).

A seguir, nas figuras 6.10, 6.11 e 6.12 observa-se exemplos de rochas deterioradas por diversos fatores.



Figura 6.10 – Fachada em estágio avançado de deterioração, pelo fato da rocha utilizada conter minerais de alta solubilidade (*referência: Rua Buenos Aires, 56*)

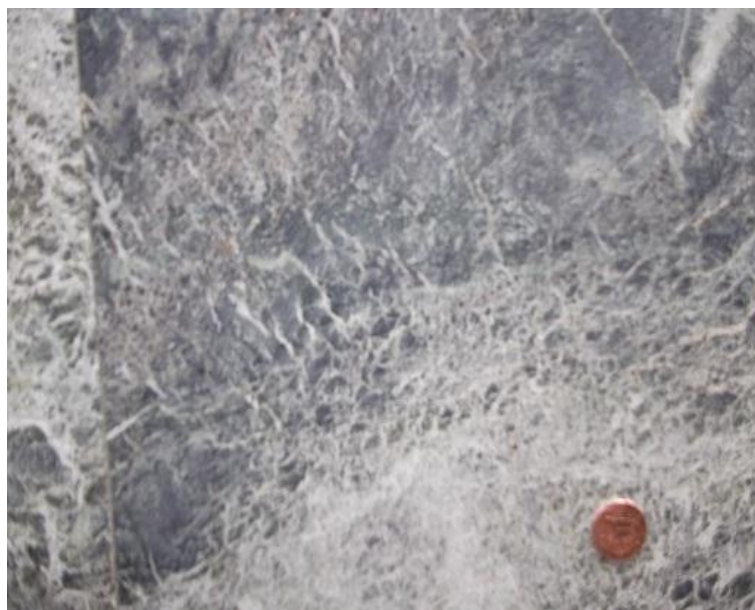


Figura 6.11 – Trincamentos e degradação na superfície da placa, provavelmente ocasionados pela variação de temperatura (*referência: Rua Buenos Aires, 04*)



Figura 6.12 – Fachada revestida com placa de rocha cuja superfície apresenta-se riscada (*referência: Rua Primeiro de Março, 43*)

6.3 Patologias Características de Assentamentos com *Inserts* Metálicos

É de fácil percepção que o surgimento dos *inserts* metálicos no processo de assentamento de rochas ornamentais em fachadas ajudou a inibir o surgimento de patologias decorrentes do acúmulo de água nos poros da rocha, pois esta técnica permite a circulação de ar entre a fachada e a placa. Mas, mesmo com tantas vantagens em relação às argamassas, a fixação com *inserts* pode gerar nas placas algumas patologias de ordens física e química, como fissuras causadas pela movimentação da estrutura de suporte, impactos e a cristalização de sais solúveis da argamassa. Além destes, raramente podem ocorrer problemas de manchas ocasionadas pela absorção direta da água pela placa de rocha (figura 6.13) ou por oxidação do fixador (figura 6.14).



Figura 6.13 – Foto ilustrando problemas com manchas de umidade em fachada fixada com *insert* metálico (referência: Rua Francisco Bernardino , 77)



Figura 6.14 – Manchas castanhas nas placas, ocasionadas pela oxidação dos *inserts* metálicos (referência: Rua Francisco Bernardino , 77)

Além da especificação correta, a utilização de mão-de-obra apropriada é fundamental. Contudo, nada exclui a necessidade de manutenção constante e restauração após alguns anos, principalmente se a fachada estiver localizada em áreas industriais ou litorâneas. Neste último caso, recomenda-se que as peças sejam de aço galvanizado e/ou de aço inox 316.

As fachadas aeradas, isto é, com placas de rocha fixadas por *inserts* metálicos, a patologia mais provável, mas felizmente incomum, é o fissuramento, faturamento ou descolamento provocados pelas variações térmicas ou sobrepeso do material (figura 6.15). Por isso, é de extrema importância que haja um projeto executivo bem detalhado, visando a perfeita paginação das peças na fachada, atentando especialmente ao espaçamento entre placas e à especificação técnica do fabricante no que diz respeito aos esforços produzidos pela interação rocha-*insert*-fachada.



Figura 6.15 – Descolamento das placas, possivelmente ocasionadas pelo sobrepeso do material
(referência: Rua Capitão Resende, 232)

7. CONCLUSÃO

A partir dos estudos realizados no presente trabalho, pode-se concluir que a indústria da construção civil está em constante dinamismo, levando à criação de novas técnicas e metodologias que contemplam diversos tipos de serviços.

O setor de rochas ornamentais é, sem dúvida, um dos que mais recebem investimentos no setor. Por isso, torna-se foco quando o assunto é novas tecnologias. Por isso, procurando se adequar às novas tendências de texturas, cores e formas, é cada vez mais raro que o assentamento das placas rochosas em fachadas de edificações seja feito da forma tradicional, isto é, com argamassa, tendo em vista que este método é inadequado à alguns tipos de rochas.

Contudo, o método de fixação por *inserts* metálicos é cada vez mais adotado na construção civil. Embora sua manutenção seja mais cara e mais frequente que a fixação por argamassa, os benefícios com a utilização desta metodologia superam os custos. Por isso, acredita-se que em breve este será o mecanismo de assentamento de rochas em fachadas mais utilizado, substituindo por completo o ultrapassado sistema convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETEM **III Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais**. VI Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. Rio Grande do Norte, 2007.

FLAIN, E. P. **Processos de assentamento de rochas ornamentais como revestimento**. Ceará, 2001. FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará. SIMAGRAN - Sindicato das Indústrias de Mármore e Granitos do Estado do Ceará. 10p.

FRASCÁ, M. H. B. O. **Caracterização tecnológica de rochas ornamentais e de revestimento: estudo por meio de ensaios e análises e das patologias associadas ao uso**. São Paulo, 2001. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 18p.

IAMAGUTI, A. P. S. **Manual de rochas ornamentais para arquitetos**. São Paulo, 2001. Universidade Estadual Paulista. Dissertação de mestrado, 245 – 280.

JUNIOR, C. A. M. O. **Recomendações para projeto e execução de revestimentos de fachadas com placas pétreas**. São Paulo, 2005 . Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Anhembi Morumbi, 100p.

LOTURCO, B. Revista Técnica. Reportagem, Janeiro / 2006. Nº 106

MAUKO, A; MIRTIC, B.; MLADENOVIC, A.; GRELK, B. **Deterioration of the granodiorite façade – case example Maximarket, Ljubljana**. RMZ Material and Geoenvironment, 2006. Vol. 53, nº1, pp. 23 – 37.

MARBLE INSTITUTE OF AMERICA **Glossary of stone industry terms**. 2007, 23p.

MENDES, V. A.; VIDAL, F. W. H. **Controle de qualidade no emprego das rochas ornamentais na construção civil**. Ceará, 2000. FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará. SIMAGRAN - Sindicato das Indústrias de Mármore e Granitos do Estado do Ceará. 25p.

SILVA, VALESCA SILVEIRA. **Alteração de rochas e a conservação do patrimônio arquitetônico: estudo de caso do pórtico da Igreja do Outeiro da Glória**. Rio de Janeiro, 2007. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências. Dissertação de mestrado, 165p.

SINGEO/MG I **Seminário mineiro de rochas ornamentais e de revestimento**. Minas Gerais, 2008. Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais - MG, 18 p.

SOUZA, J. C.; LIRA, B. B. **Tecnologia de assentamento de fachadas, projetos e ensaios tecnológicos para *inserts* metálicos**. Pernambuco, 2001. FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará. SIMAGRAN - Sindicato das Indústrias de Mármore e Granitos do Estado do Ceará. 17p.

TORQUATO, J. R. F. *et al* **Rochas ornamentais. Um contraste entre as patologias clássicas e as atuais: o caso da cidade de Fortaleza - CE.** Ceará, 2008. Universidade Federal do Ceará. Revista de Geologia, Vol. 21, nº 2, 207-221.